

فهرست مطالب

۷	پیش‌گفتار
۱۳	۱ آن‌هنگام
۲۵	۲ در کنار خداماندی
۴۴	۳ اتم‌ها و ذرات
۶۱	۴ داستان شتابدهنده
۸۱	۵ بزرگ‌ترین ماشین تاکنون ساخته شده
۹۸	۶ دانایی از راه کوبیدن
۱۲۰	۷ ذرات در امواج
۱۴۰	۸ از درون آینه‌ای شکسته
۱۶۷	۹ خراب کردن خانه
۱۹۵	۱۰ پراکندن سخن
۲۱۵	۱۱ رویاهای نوبل
۲۴۹	۱۲ ورای این افق
۲۷۵	۱۳ قابل دفاع ساختن
۲۹۰	پیوست ۱ جرم و اسپین
۳۰۰	پیوست ۲ ذرات مدل استاندارد
۳۰۶	پیوست ۳ ذرات و برهم‌کنش‌هایشان
۳۱۹	عکس‌ها
۳۳۶	خواندنی‌های بیش‌تر

پیش گفتار

جوآن هیویت در حالی که دارد با شور و شوق در دوربین ویدیو حرف می‌زند لبخندی ملیح بر لب دارد و احساس منگی می‌کند. گروهی پر هیاهو از مهمانان در کنسولگری سوئیس در سانفرانسیسکو گرد آمده‌اند. رویدادی است بی‌مانند، جشن گرفتن نخستین گردش پروتون‌ها در تونل زیرزمینی برخورددهنده‌ی بزرگ هادرون (LHC) واقع در بیرون ژنو — شتابدهنده‌ی عظیم ذره در مرز فرانسه — سوئیس که کاوش رمزگشایی از اسرار گیتی را آغاز کرده است. صدای هیویت با تأکید بالا می‌رود: «بیست ... و ... پنج ... ساله ... که من منتظر این روزم.» لحظه‌ای بزرگ است. در این هنگام در ۲۰۰۸، سرانجام فیزیکدانان به چیزی دست‌یافتند که مدت‌ها بر ضرورت آن برای برداشتن گام بزرگ بعدی به جلو پافشرده بودند: شتابدهنده‌ای غول‌آسا که در انرژی‌های بسیار زیاد پروتون‌ها را به هم بکوبد. اندک مدتی آنان می‌اندیشیدند که ایالات متحده می‌خواهد چنین ماشینی را بسازد، ولی اوضاع طبق پیش‌بینی جلو نرفت. در ۱۹۸۳ که هیویت تازه به دانشکده‌ی تحصیلات تکمیلی رفته بود، کنگره آمریکا ساختن ابربرخورددهنده‌ی ابرسانا (SSC) را در تکزاس تصویب کرد. در صورت ساخته‌شدن، این ماشین که قرار بود پیش از ۲۰۰۰ به کار بیفتد، بزرگ‌ترین برخورددهنده می‌شد. او، مانند بسیاری دیگر از فیزیکدانان درخشان و بلندپرواز هم‌نسل خود، باور داشت که کشفیات مورد انتظار در آن‌جا بنیان‌های شغل پژوهشی آنان را بنا خواهد گذاشت.

ولی SSC از دستور کار خارج شد و زیرپای فیزیکدانانی را که فکر می‌کردند برای دهه‌های پیش رو مسیر کارشان مشخص است خالی کرد. سیاست‌بازی و کاغذبازی و کشمکش‌ها درونی همه چیز را خراب کردند. اکنون LHC که از بسیاری جهات شبیه به چیزی بود که قرار بود SSC باشد، و پس از مدت‌ها انتظار می‌خواست تا نخستین شلیک را انجام دهند، هیویت و همکارانش سر از پا نمی‌شناختند. او می‌گوید «کارم در بیست و پنج سال گذشته آن بوده که هر نظریه‌ی عجیب و غریبی را که هر کسی بدان رسید گرفتم و به محاسبه‌ی امضای آن [چگونگی شناسایی ذرات نو] در SSC و LHC پرداختم.»

گیجی و منگی هیوئیت دلیل دیگر و شخصی تری هم داشت. در ویدیو، گیسوی سرخ او بسیار کوتاه بود در حد تراشیده. این به خاطر مد نبود. اوایل آن سال تشخیص داده شد که او به سرطان پستان پیش‌رونده‌ای مبتلاست، با شانس حدود یک به پنج برای کشنده بودن. او سراغ روند درمانی به شدت تهاجمی رفت، شامل شیمی‌درمانی گسترده و ردیفی از جراحی‌های انگار پایان‌ناپذیر. گیسوی سرخش که معمولاً تا حوالی کمرش می‌رسید به سرعت ناپدید شد. گاه‌گذاری او با خنده اذعان می‌کرد که با اندیشیدن درباره‌ی ذرات تازه‌ای که شاید در LHC یافت شوند به خودش روحیه می‌داد.

جوآن و من سال‌هاست که همدیگر را می‌شناسیم، هم به عنوان دوست و هم به عنوان همکار. تخصص خود من در وهله‌ی نخست کیهان‌شناسی است، مطالعه‌ی گیتی در کل، که به تازگی از دورانی زرین از داده‌های تازه و کشفیات شگفت‌انگیز سرمست شده است. با وجود این، فیزیک ذرات، که به عنوان مبحثی اندیشه‌ورزانه از کیهان‌شناسی جداناپذیر شده است، در به‌در به دنبال نتایج آزمایشی تازه بوده است تا کاسه‌کوزه‌های نظری را به هم بریزد و ما را به سوی ایده‌هایی تازه رهنمون شود. مدت‌های مدید این فشار برقرار بوده است. از گوردون واتس از دانشگاه واشینگتن، دیگر فیزیکدان حاضر در آن مهمانی، پرسیده شد که آیا این همه انتظار برای LHC تنش‌زا بوده یا خیر. «آره، از هر نظر. ببین الان این رگه موی سفیدو دارم. زخم می‌گه به خاطر بچه‌مونه، ولی راستشو بخواین دلش چیزی نیست جز LHC».

فیزیک ذرات در آستانه‌ی دوران نویی است، که در آن برخی از نظریه‌ها فرومی‌پاشند، و شاید برخی نشان دهند که ارزش این همه هزینه را داشته‌اند. در آن مهمانی هر فیزیکدانی مدل محبوب خودش را داشت - بوزون‌های هیگز، ابرتقارن، چندفام، بعدهای اضافی، ماده‌ی تاریک - شلم شوربایی از ایده‌های عجیب و پیامدهای رویایی.

هیوئیت با اشتیاق می‌گفت «امید من به آن‌چه که LHC پیدا خواهد کرد عبارت است 'هیچ‌کدام از این‌ها'؛ واقعاً فکر می‌کنم که چیزی شگفت‌انگیز از آب در بیاید، چون باور دارم طبیعت از ما هوشمندتر است، و چیزی عجیب را برایمان کنار گذاشته، و به هنگامی که بخواهیم از آن سر در بیاوریم کلی سرگرم

خواهیم شد. و این عالی است!»

این داستان در ۲۰۰۸ بود. در ۲۰۱۲، مهمانی سانفرانسیسکو برای جشن گرفتن راه‌اندازی LHC پایان گرفت، و دوران کشف به طور رسمی آغاز شد. موی هیوئیت شروع به بلندشدن کرد. درمان‌های ناراحت‌کننده انگار چاره‌ساز شده بودند. و آزمایشی را که او برای سراسر حرفه‌اش پیش‌بینی کرده بود، داشت تاریخ‌ساز می‌شد. پس از دو دهه و نیم نظریه‌پردازی، ایده‌های او سرانجام داشت با داده‌های واقعی محک می‌خورد — ذرات و برهم‌کنش‌هایی که هرگز پیش از این هیچ انسانی آن‌ها را ندیده، ما را به شگفتی وا می‌دارند که طبیعت آن‌ها را از چشم ما پنهان کرده بود. البته تاکنون.

از اینجا به ۴ ژوئیه ۲۰۱۲ {۱۴ تیر ۱۳۹۱} می‌رویم، روز گشایش کنفرانس بین‌المللی فیزیک انرژی بالا. این گردهمایی هر از شش ماهی در سراسر جهان از شهری به شهر دیگر می‌رود، و امسال نوبت ملبورن در استرالیا بود. صدها فیزیکدان ذرات، از جمله هیوئیت، تالار اصلی را برای شنیدن سمینار ویژه پر کرده بودند. همه‌ی سرمایه‌گذاری‌ها در LHC، همه‌ی انتظاراتی که طی سالیان متمادی جمع شده بود، می‌خواست مزد خود را بگیرد.

خود سخنرانی از سرن، آزمایشگاهی واقع در ژنو، خانه‌ی LHC، در ملبورن پنخس می‌شد. به طور معمول دو نطق در ملبورن به عنوان بخشی از برنامه‌ی کنفرانس صورت می‌گرفت. با این حال، در آخرین لحظه، تصمیم گرفته شد که این لحظه چنان اهمیتی دارد که باید با افراد بسیاری که به موفقیت بی‌مانند LHC یاری رسانده‌اند به اشتراک گذاشته شود. از این تصمیم استقبال شد — صدها فیزیکدان در سرن ساعت‌ها پیش از شروع سخنرانی‌های که قرار بود ۹ صبح به وقت ژنو آغاز شود، به صف شدند و به امید گرفتن جای خوب در سالن، شب را در کیسه‌ی خواب پشت در گذراندند.

رالف هویر، مدیرکل سرن، برنامه را معرفی می‌کند. سخنران‌ها، فیزیکدان آمریکایی جو اینکندلا و فیزیکدان ایتالیایی فابیولا جیانوتی خواهند بود، سخنگویان دو آزمایش عمده که عهده‌دار گردآوری و تحلیل داده‌های LHC هستند. دو آزمایش هر کدام شامل بیش از سه هزار مشارکت‌کننده هستند که بیش‌تر آنان در سراسر جهان پای نمایشگر کامپیوترهایشان نشسته‌اند. این

رویداد، نه تنها در ملبورن، که برای هرکسی که می‌خواست نتایج را در زمان واقعی بشنود، به طور زنده پخش می‌شد. این رسانه‌ای مناسب است برای جشن گرفتن علم بزرگ مدرن - کوشش بین‌المللی پیشرفته‌ای با ریسک بالا و پاداش‌هایی وجدآور.

رگه‌های هیجان در هر دو نطق جیانوتی و اینکندلا بارز بود، ولی خود سخنرانی‌ها به حد کافی گویا بودند. آنان از صمیم قلب از مهندسين و دانشمندانی سپاسگزاری کردند که انجام این آزمایش‌ها را ممکن ساختند. سپس آنان به دقت شرح دادند که چرا باید همه‌ی ما نتایجی را باور کنیم که آنان می‌خواستند ارائه کنند و نشان می‌داد که آنان می‌دانند ماشین‌هایشان چگونه کار می‌کند و این‌که تحلیل داده‌ها دقیق است و اعتمادپذیر. تنها پس از این‌که صحنه‌آرایی تمام و کمال صورت گرفت، آنان به ما نشان دادند که چه چیزی به دست آورده‌اند.

و آن‌ها این بودند. یک مشت نمودار در هم برهم برای چشمان ناکارآموده، ولی با یک ویژگی سازگار: رویدادهایی (مجموعه‌ای از ذرات بیرون‌زده از یک برخورد) بیش از حد انتظار با انرژی ویژه‌ی معینی. همه‌ی فیزیکدانان حاضر به سرعت فهمیدند که معنای این چیست: ذره‌ای تازه. LHC نگاهی به بخشی از طبیعت انداخته است که تاکنون هرگز دیده نشده بود. سپس اینکندلا و جیانوتی به شرح تحلیل آماری مشقت‌باری برای جداسازی کشفیات واقعی از افت‌خیزهای ناخواسته‌ی آماری پرداختند، و نتایج در هر دو مورد بی‌هیچ ابهامی بارز بود: چیزی واقعی این‌جاست.

هلهله. در ژنو، ملبورن، و سراسر جهان. این داده‌ها چنان دقیق و آشکارند که حتا دانشمندانی که سال‌ها روی این آزمایش‌ها کار کرده‌اند شگفت‌زده شده‌اند. فیزیکدان ولزی، لین اونز، که بیش از هرکس دیگری مسئول پیش‌بردن LHC از مسیر سنگلاخ تا تکمیل کار بود، در وصف همخوانی بی‌نظیر بین دو آزمایش گفت «زبانم بندآمده».

من در آن روز در سرن بودم، و در اتاق خبر کنار تالار اصلی خودم را به عنوان خبرنگار جا زده بودم. توقع نمی‌رود که خبرنگاران برای خبرهایی که پوشش می‌دهند کف بزنند، ولی گزارشگران حاضر در برابر شور و شوق غالب

در آن لحظه تاب نیاوردند. این تنها موفقیتی برای سرن، یا فیزیک نبود؛ این موفقیتی بود برای بشریت.

ما فکر می‌کنیم که می‌دانیم چه چیزی پیدا شده است: ذره‌ای بنیادی به نام «بوزون هیگز»، برگرفته از نام فیزیکدان اسکاتلندی پیتر هیگز. خود هیگز در هنگام سمینارها در تالار حضور داشت، با هشتاد و سه سال سن و به وضوح هیجان‌زده: «من هرگز فکر نمی‌کردم که بینم چنین چیزی در طول زندگی‌م رخ می‌دهد.» چندین فیزیکدان سالخورده‌ی دیگر که در ۱۹۶۴ نیز همین ایده را پیش کشیده بودند حضور داشتند؛ اجماع بر سر نامگذاری نظریه‌ها همواره از سر انصاف نیست، ولی این لحظه‌ای بود که هر کسی می‌توانست در جشن سهیم شود.

خب آیا این بوزون هیگز است؟ این ذره‌ای بنیادی از طبیعت است، ذره‌ای کیمیا و نیز بسیار ویژه. فیزیک ذرات مدرن سه نوع ذره را می‌شناسد. آن‌ها ذرات ماده‌اند، مانند الکترون‌ها و کوارک‌ها، که اتم‌هایی را می‌سازند که هر چه را که می‌بینیم تشکیل می‌دهند. ذرات نیرو که گرانش و الکترومغناطیس و نیروهای هسته‌ای حمل می‌کنند، که ذرات ماده را در کنار هم نگه می‌دارد. و سپس هیگز هست، در دسته‌ی ویژه‌ی خودش.

هیگز نه تنها برای بودنش که برای کارکردش مهم است. ذره‌ی هیگز از میدانی موسوم به «میدان هیگز» می‌آید که همه‌ی فضا را در بر گرفته. هر چیزی در گیتی شناخته‌شده، که از درون فضا می‌گذرد، از درون میدان هیگز می‌گذرد؛ این میدان همیشگی است، و در زمینه به طور نامرئی چنبر زده. و این اهمیت دارد: بدون هیگز، الکترون‌ها و کوارک‌ها بی‌جرم می‌شدند، درست مانند فوتون‌ها-ذرات نور. در آن صورت با سرعت نور حرکت می‌کردند، و قادر به تشکیل اتم‌ها و مولکول‌ها نبودند، نتیجه چیزی می‌شد که ما نمی‌دانیم. میدان هیگز بازیگر فعالی در دینامیک ماده‌ی عادی نیست، بلکه حضورش در زمینه، حیاتی است. بدون آن، جهان به مکانی کاملاً متفاوت بدل می‌شد. و اکنون آن را یافته‌ایم.

چند کلمه‌ای هم در باب هشدار. چیزی که ما در عمل در دست داریم عبارت است از شاهی برای ذره‌ای بسیار شبیه به هیگز؛ با جرم درست،

کمابیش به شیوه‌ی مورد انتظار، ایجاد می‌شود و واپاشی می‌کند. ولی هنوز خیلی زود است تا با قطعیت بگوییم آنچه یافته‌ایم به یقین همان هیگز است که از سوی مدل‌های اصلی پیش‌بینی می‌شود. شاید چیزی بسیار پیچیده‌تر از آب در بیاید، یا بخشی از شبکه‌ای تودرتو از ذرات مرتبط باشد. ولی بی‌تردید ذره‌ای تازه پیدا کرده‌ایم که عملکردی دارد که فکر می‌کنیم بوزون هیگز باید داشته باشد. در چارچوب این کتاب، ۴ ژوئیه‌ی ۲۰۱۲ را به عنوان روز اعلان کشف بوزون هیگز در نظر می‌گیرم. اگر معلوم شود که واقعیت چیز دیگری است، آن‌گاه خوشا به حال همه — فیزیکدانان کشته مرده‌ی شگفتی‌اند.

امید زیادی هست که کشف هیگز طلعه‌دار دوران تازه‌ای در فیزیک ذرات باشد. می‌دانیم که بیش از آنچه که اکنون می‌دانیم مطالب بیشتری در فیزیک هست؛ بررسی هیگز بیانگر پنجره‌ای است نو به جهان‌هایی تاکنون نادیده. آزمایشگرانی مانند جیانوتی و اینکندلانمونه‌ی تازه‌ای برای مطالعه در دست دارند؛ نظریه‌پردازانی مانند هیوئیت سرخ‌های تازه‌ای برای برپایی مدل‌های بهتر در دست دارند. درک ما از گیتی گام عظیم و مدت‌ها مورد انتظار را به جلو برداشته است. این داستان آدم‌هایی است که زندگی خود را وقف کشف سرشت غایی واقعیت کرده‌اند، که هیگز سازنده‌ای حیاتی برای آن است. در آن گوشه نظریه‌پردازانی با مداد و کاغذ نشسته‌اند که به یاری (قهوه‌ی) اسپرسو و بحث‌های داغ با همکاران خود، به بازی با ایده‌های انتزاعی در ذهنشان مشغولند. مهندسانی هستند که ماشین‌ها و دستگاه‌ها را به ورای مرزهای تکنولوژی کنونی می‌رسانند. و بیش از همه آزمایشگرانی هستند که ماشین‌ها و نظریه‌ها را کنار هم می‌گذارند تا به چیزی تازه از طبیعت دست یابند. فیزیک مدرن در مرزهایش شامل پروژه‌هایی است که میلیاردها دلار خرج بر می‌دارد و دهه‌ها برای کامل شدن زمان می‌برد، و نیازمند از خودگذشتگی و اراده برای پذیرش ریسک بالا در راه جستجوی پاداش‌هایی یگانه است. زمانی که همه‌ی این‌ها کنار هم قرار گیرند، جهان دگرگون می‌شود. زندگی زیباست. پس قهوه‌ای بنیم.

آن هنگام

که می‌پرسیم چرا گروهی از آدم‌های خوش فکر و مصمم زندگی خود را وقف پیگیری چیزهایی بسیار کوچکی می‌کنند که نمی‌شود دیدشان.

فیزیک ذرات کاری است از سر کنجکاوی. هزاران نفر، میلیاردها دلار بابت ساخت ماشین‌های غول‌آسا به طول چند کیلومتر خرج می‌کنند، سپس در آن‌ها سرعت ذرات زیراتمی را به نزدیک سرعت نور می‌رسانند و دست آخر به هم می‌کوبندشان، تنها به خاطر این‌که به کشف و مطالعه‌ی ذراتی زیراتمی بپردازند که اصولاً هیچ تاثیری بر زندگی روزمره‌ی کسی جز فیزیکدان ذرات ندارد.

البته این یک نگرش است. شیوه‌ی دیگر این گونه است: فیزیک ذرات ناب‌ترین تجلی کنجکاوی آدمی است نسبت به جهانی که در آن می‌زید. آدمی زاد همواره پرسشگر بوده است، و از یونان باستان در حدود دو هزار سال پیش، هوس اکتشاف به کوششی اسلوبمند و جهان‌شمول برای کشف قواعد پایه‌ی حاکم بر چگونگی کارکرد گیتی تبدیل شده است. فیزیک ذرات مستقیماً از آرزوی بی‌وقفه‌ی درک جهانمان سر بر می‌آورد؛ ذرات انگیزه‌ی ما نیستند، بلکه این آرزوی انسانی خود ما برای پی‌بردن به چیزی است که نمی‌فهمیم.

سال‌های آغازین سده‌ی بیست و یکم نقاط عطفی به شمار می‌روند. آخرین نتیجه‌ی تجربی به راستی شگفت‌انگیز که از شتابدهنده‌ی ذرات به دست آمد به دهه‌ی ۱۹۷۰ یعنی به بیش از سی و پنج سال پیش بر می‌گردد. (تاریخ دقیق بستگی دارد که «شگفت‌انگیز» را چه تعریف کنید.) دلایل آن نیست که آزمایشگران پای سویچ دستگاه کار خوابشان برده است - حاشا. ماشین‌ها به طور کل تغییر کرده‌اند، و به قلمروهایی رسیده‌اند که زمانی نه چندان دور گویا بسیار دست‌نیافتنی می‌نمودند. برای دانشمندان، کسانی که همواره چشم به راه شگفتی‌اند، این به راستی ناراحت‌کننده است.

به عبارتی مشکل از ناکارآمدی آزمایشگران نیست - نظریه بیش از حد خوب

است. در جهان تخصصی علم مدرن، نقش «آزمایشگران» و «نظریه پردازان» به طور کامل از هم جدا شده است، به ویژه در فیزیک ذرات. آن روزها دیگر گذشته است — از نیمه‌ی نخست سده‌ی بیستم — که نابغه‌ای همچون فیزیکدان ایتالیایی انریکو فرمی می‌توانست نظریه‌ی تازه‌ای از برهم‌کنش‌های ضعیف را پیشنهاد کند، سپس صندلی‌اش را بچرخاند و به راهنمایی ساخت نخستین واکنش زنجیره‌ای هسته‌ای مصنوعی خودنگهدار پردازد. امروز، نظریه‌پردازان ذرات معادلاتی را روی تخته‌سیاه می‌نویسند، که سرانجام به مدلی ویژه تبدیل می‌شود، که توسط آزمایشگرانی آزموده می‌شود که داده‌ها را از ماشین‌هایی بسیار دقیق به دست می‌آورند. بهترین نظریه‌پردازان گوش به زنگ آزمایش‌ها هستند و برعکس، ولی دیگر کسی استاد هر دو نیست.

دهه‌ی ۱۹۷۰ شاهد افزوده‌شدن تکه‌های پایانی به بهترین نظریه‌ی فیزیک ذرات بود، که با نام کاملاً دلسردکننده‌ی «مدل استاندارد» شناخته می‌شود. توضیح‌دادن کوارک‌ها، گلئون‌ها، نوترینوها، و همه‌ی دیگر ذرات بنیادی که ممکن است به گوش‌تان خورده باشد، کار مدل استاندارد است. مانند ستارگان هالیوود یا سیاست‌مداران پرجذبه، نظریه‌های علمی تنها به این دلیل روی سکو می‌روند تا به زیر کشیده شوند. شما با نشان‌دادن این‌که نظریه‌ی کس دیگری درست است، فیزیکدانی پرآوازه نمی‌شوید؛ شما با نشان‌دادن جایی که نظریه‌ی کسی به اشتباه می‌رود، یا با ارائه‌ی نظریه‌ای بهتر، برای خودتان آوازه‌ای دست و پا می‌کنید.

ولی مدل استاندارد سرسخت است. اکنون چندین دهه است که هر آزمایشی که می‌توانیم روی زمین انجام دهیم، به خوبی پیش‌بینی‌های آن را تأیید کرده است. نسل کاملی از فیزیکدانان ذرات از نردبان آکادمیک، از دانشجویی تا استادی، بدون کشف یا توضیح حتی یک پدیده‌ی تازه، بالا آمده‌اند. چشم انتظار نشستن دیگر تقریباً طاقت فرسا شده است.

همه‌ی این‌ها در حال دگرگون‌شدن است. برخورددهنده‌ی بزرگ هادرون بیانگر دوران تازه‌ای در فیزیک است، کوبیدن ذرات به هم با انرژی‌ای که پیش از این بیرون از دسترس آدمی بود. و تازه فقط انرژی بالا هم نیست. این انرژی‌ای است که ما ده‌ها سال است در رویایش هستیم، که در آن انتظار داریم

ذراتی تازه مطابق با پیش‌بینی نظریه بیابیم و نیز امیدوار به غافلگیری‌هایی هستیم — انرژی‌ای که در آن نیروی معروف به «برهم‌کنش ضعیف» رازهایش را نهان ساخته است.

ریسک کار زیاد است. در نگریستن به ناشناخته برای نخستین بار، هر چیزی ممکن است رخ دهد. انبوهی از مدل‌های نظری رقیب وجود دارند که چشم‌انتظار پیش‌بینی چیزی هستند که از دل LHC بیرون می‌آید. تا زمانی که ننگرید نمی‌دانید که چه چیزی را قرار است ببینید. در قلب گمانه‌زنی، بوزون هیگز جا دارد، ذره‌ای بی‌سر و صدا که نمایانگر هم آخرین تکه از مدل استاندارد است و هم نخستین نگاه به جهانی در ورا.

گیتی بزرگ از تکه‌های کوچک

نزدیک ساحل پاسیفیک در کالیفرنای جنوبی، حدود یک ساعت و نیم رانندگی به سمت جنوب از محل زندگی‌ام در لس‌آنجلس، مکانی جادویی برای به تحقیق پیوستن رویاها هست: لگولند. در داینو آیلند، فان تاون، و دیگر جاذبه‌ها، در دنیایی خیال‌انگیز ساخته‌شده از لگوها، بلوک‌های پلاستیکی کوچکی که می‌توانند در انواع و اقسام حالت‌ها کنار هم گذاشته شوند، کودکان به کسب مهارت می‌پردازند.

لگولند بسیار شبیه به دنیای واقعی است. در هر لحظه‌ای، در کنار دست‌تان به طور معمول انواع و اقسام مواد پیدا می‌شود: چوب، پلاستیک، پارچه، شیشه، فلز، هوا، آب، موجودات زنده. چیزهایی بسیار متفاوت، با ویژگی‌هایی بسیار متفاوت. ولی وقتی با دقت بیش‌تری بنگرید، کشف می‌کنید که این مواد را به راستی نمی‌شود از هم جدا کرد. آن‌ها به سادگی آرایش‌هایی متفاوت‌اند از تعداد اندکی بلوک‌های سازنده‌ی بنیادین. این بلوک‌های سازنده، ذرات بنیادی هستند. مانند ساختمان‌ها در لگولند، میزها و خودروها و درختان و آدم‌ها نمایانگر نوعی گونه‌گونی شگفت‌انگیزند که می‌توان با شروع از تعداد اندکی تکه‌های ساده و گذاشتن آن‌ها در کنار هم به شیوه‌های گوناگون بدان‌ها دست یافت. اتم حدود یک تریلیونیم اندازه‌ی یک بلوک لگو است، ولی با همان اصول. از نظر ما بدیهی است که ماده از اتم ساخته می‌شود. این را در مدرسه